

020337 US

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月 9日

出願番号

Application Number:

特願2002-200043

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-200043 ]

出願人

Applicant(s):

パイオニア株式会社

長 康雄

2003年 1月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3105437

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0043

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 13/10  
G11B 9/02  
G11B 9/07  
G11B 15/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 尾上 篤

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目4-5-304

【氏名】 長 康雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【住所又は居所】 東京都目黒区目黒1丁目4番1号

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 501077767

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目4-5-304

【氏名又は名称】 長 康雄

【代理人】

【識別番号】 100104765

【弁理士】

【氏名又は名称】 江上 達夫

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100107331

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 聰延

【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 131946

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104687

【包括委任状番号】 0206498

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録再生ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、

一方向に長い長手形状の支持部材と、

前記支持部材における前記一方向の一方の端部に設けられ、前記誘電体材料に電界を印加するための突起状の第一の電極と、

前記第一の電極と電気的接続をとるために、前記支持部材の前記誘電体材料と対向する面に設けられた導電体部と、

前記第一の電極の周囲に設けられた第二の電極と

を備えることを特徴とすると記録再生ヘッド。

【請求項2】 誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、

一方向に長い長手形状の支持部材と、

前記支持部材における前記一方向の一方の端部に設けられた突起部と、

前記突起部の中央部に当該突起部の先端から貫通して設けられた、前記誘電体材料に電界を印加するための第一の電極と、

前記第一の電極と電気的接続をとるために、前記支持部材の前記誘電体材料とは反対側の面に設けられた導電体部と、

前記支持部材の前記誘電体材料に対向する面に設けられた第二の電極と

を備えることを特徴とすると記録再生ヘッド。

【請求項3】 誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、

一方向に長い長手形状の支持部と、

前記支持部における前記一方向の一方の端部に設けられた、前記誘電体材料に電界を印加するための突起状の第一の電極と、

前記支持部における前記一方向の他方の端部を固定し、前記第一の電極の周囲を囲むようにして設けられた基板と、

前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記第一の電極と電気的接続をとるための導電体部と、

前記第一の電極と前記導電体部とを囲むように設けられた第二の電極とを備えることを特徴とすると記録再生ヘッド。

【請求項4】 誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、

一方向に長い長手形状の支持部と、

前記支持部における前記一方向の一方の端部に設けられた突起部と、

前記突起部の中央部に当該突起部の先端から貫通して設けられた、前記誘電体材料に電界を印加するための第一の電極と、

前記支持部における前記一方向の他方の端部を固定し、前記第一の電極の周囲を囲むようにして設けられた基板と、

前記基板の前記誘電体記録媒体とは反対側の面に、前記第一の電極と電気的接続をとるための導電体部と、

前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記第一の電極を囲むようにして設けられた第二の電極と

を備えることを特徴とすると記録再生ヘッド。

【請求項5】 当該記録再生ヘッドは、走査型非線形誘電体測定法に基づき、前記誘電体記録媒体に情報を記録し、再生する手段として用いられることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の記録再生ヘッド。

【請求項6】 誘電体記録媒体の記録再生ヘッドの製造方法であって、基板に、前記誘電体記録媒体に電界を印加する第一の電極のための凸部を形成する工程と、

前記凸部を支持する支持部位を残して、前記支持部位を囲うように前記基板を加工する工程と、

前記凸部に導電体膜を形成する工程と、

前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記凸部に形成された導電体膜と接続する第一の導電体層を形成する工程と、

前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記第一の導電体層とは電気

的に絶縁された第二の導電体層を形成する工程と

を備えることを特徴とする記録再生ヘッドの製造方法。

【請求項7】 誘電体記録媒体の記録再生ヘッドの製造方法であって、  
基板に、前記誘電体記録媒体に電界を印加する第一の電極のための凸部を形成  
する工程と、

前記凸部を支持する支持部位を残して、前記支持部位を囲うように前記基板を  
加工する工程と、

前記凸部の中心部に、貫通した孔を形成する工程と、

前記孔に導電性部材を設ける工程と、

前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、導電体層を形成する工程と  
を備えることを特徴とする記録再生ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面とは反対の面  
に、前記導電性部材と接続される導電体層を設ける工程を備えること  
を特徴とする請求項7に記載の記録再生ヘッドの製造方法。

【請求項9】 当該記録再生ヘッドは前記基板上に複数個作成され、夫々  
を分離して单一の記録再生ヘッドとする工程を備えること  
を特徴とする請求項6から請求項8のいずれか一項に記載の記録再生ヘッドの  
製造方法。

【請求項10】 当該記録再生ヘッドは前記基板上に複数個作成され、所  
定の個数を一つのヘッドとして分離する工程を備えること  
を特徴とする請求項6から請求項8のいずれか一項に記載の記録再生ヘッドの  
製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、誘電体の微小領域に高密度で情報を記録し再生する誘電体記録媒体  
の記録再生ヘッドとその製造方法の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

従来より高密度大容量でランダムアクセスが可能な記録再生装置として、光ディスク装置やHDD（Hard Disc Drive）装置が知られている。また、近年、誘電体材料をナノスケールで分析する SNDM（Scanning Nonlinear Dielectric Microscopy：走査型非線形誘電率顕微鏡）を利用した記録再生の技術について、本願発明者等によって提案されているところである。

## 【0003】

光記録はレーザを光源とした光ピックアップを用い、ディスク表面のピット（凹凸）や相変化媒体の結晶相を形成してデータを記録し、アモルファス相の反射率の違い、或いは光磁気効果を利用してデータの再生を行う。しかしながらピックアップは大きく高速読み出しに不適であることや、記録ピットの大きさは光の回折限界で規定され、 $50\text{ Gbit/inch}^2$  が限界とされる。

## 【0004】

また、HDDに代表される磁気記録の長手記録では近年、GMR（Giant Magnetic Resistance）によるMRヘッドが実用化されており、更に垂直磁気記録を用いることで光ディスク以上の記録密度が期待されているが、磁気記録情報の熱揺らぎや符号反転部分でのブロックホ壁の存在、更にこれらを考慮したパターンドメディアを用いても記録密度は $1\text{ Tbit/inch}^2$  が限界とされている。

## 【0005】

SNDMは強誘電体材料の非線形誘電率を測定することで強誘電体ドメインの正負を判別できる。更にAFM（Atomic Force Microscopy）等に用いられる先端に微小な探針を設けた導電性のカンチレバー（プローブ）を用いることで、サブナノメートルもの分解能を有することがわかっている。SNDMはプローブとこれらに接続されたインダクタ及び発振器、更に探針直下の誘電体材料の容量と探針先端に近接して配置され、探針先端から誘電体材料を通過した交番電界が戻るためのリターン電極によって共振回路を形成していた。

このように従来の SNDMは分析装置として設計されたものであり、リターン電

極は探針先端を取り囲むように設置された外形7mm、内径3mm、厚さ0.5mm程度の金属導体のリングが用いられてきた。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなSNDMでは、特段に記録再生装置としての観点から開発がなされたものではなく、プローブが大きい、或いは組み立てが煩雑になる等の課題があり、また、データ転送レートを向上させるためにはプローブを複数備えるとすると、一層、煩雑さが増大することになる。

#### 【0007】

従って本発明は、誘電体記録媒体にデータを記録し再生する記録再生ヘッドであって、シンプルな構造で、製造が容易であり、量産に適した記録再生ヘッド及びその製造方法の提供を課題とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の記録再生ヘッドは上記課題を解決するために、誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、一方に向長い長手形状の支持部材と、前記支持部材における前記一方の端部に設けられ、前記誘電体材料に電界を印加するための突起状の第一の電極と、前記第一の電極と電気的接続をとるために、前記支持部材の前記誘電体材料と対向する面に設けられた導電体部と、前記第一の電極の周囲に設けられた第二の電極とを備える。

#### 【0009】

本発明の記録再生ヘッドによれば、カンチレバーの形状に、記録再生のために誘電体記録媒体に電界を印加する電極が形成される。支持部材は例えばSiで構成され、その一方の端部には探針となる突起部があり、その突起部の表面は導電体膜が設けられる。また、その導電体膜と接続するリード線が支持部材の突起部を有する側の面に、他方の端に向かって設けられる。更に、探針とリード線とを空間或いは間隙を隔てて囲んで導電体膜が設けられる。この導電体膜は接地され、探針から誘電体記録媒体に印加される高周波電界が戻るためのリターン電極となる。この記録再生ヘッドは支持部材の一方の端部に探針が設けられているカン

チレバー状であるので、探針のトレース能力が向上する。

#### 【0010】

尚、電界を印加する電極の形状として、針状のものや、カンチレバー状等のものが具体的な構造として知られる。これらの形状を有する電極を総称して本願では適宜「探針」と記す。

#### 【0011】

本発明の記録再生ヘッドは上記課題を解決するために、誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、一方向に長い長手形状の支持部材と、前記支持部材における前記一方向の一方の端部に設けられた突起部と、前記突起部の中央部に当該突起部の先端から貫通して設けられた、前記誘電体材料に電界を印加するための第一の電極と、前記第一の電極と電気的接続をとるために、前記支持部材の前記誘電体材料とは反対側の面に設けられた導電体部と、前記支持部材の前記誘電体材料に対向する面に設けられた第二の電極とを備える。

#### 【0012】

本発明の記録再生ヘッドによれば、カンチレバーの形状をした部材の一方の端部に、記録再生のために誘電体記録媒体に電界を印加する電極が形成される。支持部材は例えばS iで構成され、電極となる突起部の中心に導電体を設けるための孔が、支持部材の表面に達するように設けられる。

#### 【0013】

突起部の孔には例えばカーボンナノチューブ等の導電性部材が挿入され、また突起部の誘電体記録媒体側に対向する先端部にもその導電性部材が露出する。また、耐摩耗性の点からダイアモンドを用いても良い。ただし、ここでダイアモンドは不純物ドープによって導電性を付与されたものが望ましい。従って孔に設けられた導電性部材によって誘電体記録媒体に対向する電極は、支持部材の上面にその電気的導通性が導かれ、リード線を支持部材の上面に設けられる。

#### 【0014】

一方、支持部材の誘電体記録媒体に対向する面に、探針を空間或いは間隙を隔てて囲むように導電体膜が設けられる。この導電体膜は接地され、探針から誘電

体記録媒体に印加される高周波電界が戻るためのリターン電極となる。この記録再生ヘッドは、支持部材の一方の端部に探針が設けられているカンチレバー状であるので、探針のトレース能力が向上する。

## 【0015】

本発明の記録再生ヘッドは上記課題を解決するために、誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、一方向に長い長手形状の支持部と、前記支持部における前記一方向の一方の端部に設けられた、前記誘電体材料に電界を印加する第一の電極と、前記支持部における前記一方向の他方の端部を固定し、前記第一の電極の周囲を囲むようにして設けられた基板と、前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記第一の電極と電気的接続をとるための導電体部と、前記第一の電極と前記導電体部とを囲むように設けられた第二の電極とを備える。

## 【0016】

本発明の記録再生ヘッドによれば、基板は記録再生の探針が設けられるカンチレバー状の支持部と、この支持部の一端を固定し、支持部の周囲を空間或いは間隙を隔てて囲うリング状部位を有する形状である。基板として例えばS iが用いられる。探針の表面は導電体膜が設けられ、また、導電体膜と接続するリード線が基板の誘電体記録媒体に対向する面に設けられる。更に、探針とリード線とを囲んで誘電体記録媒体に対向する面全体に導電体膜が設けられる。この導電体膜は接地され、探針から誘電体記録媒体に印加される高周波電界が戻るためのリターン電極となる。この記録再生ヘッドは、支持部材の一方の端部に探針が設けられているカンチレバー状であるので、探針のトレース能力が向上する。基板のリング状部位を用いてトレース機構に固定することができる。

## 【0017】

本発明の記録再生ヘッドは上記課題を解決するために、誘電体材料を記録媒体とする誘電体記録媒体の記録再生ヘッドであって、一方向に長い長手形状の支持部と、前記支持部における前記一方向の一方の端部に設けられた突起部と、前記突起部の中央部に当該突起部の先端から貫通して設けられた、前記誘電体材料に電界を印加するための突起状の第一の電極と、前記支持部における前記一方向の

他方の端部を固定し、前記第一の電極の周囲を囲むようにして設けられた基板と、前記基板の前記誘電体記録媒体とは反対側の面に、前記第一の電極と電気的接続をとるための導電体部と、前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記第一の電極を囲むようにして設けられた第二の電極とを備える。

## 【0018】

本発明の記録再生ヘッドによれば、基板は記録再生の探針が設けられるカンチレバー状の支持部と、この支持部の一端を固定し、支持部の周囲を空間或いは間隙を隔てて囲うリング状部位を有する形状である。カンチレバーの形状をした部材の一方の端部に、記録再生のために誘電体記録媒体に電界を印加する電極が形成される。支持部は例えばS iで構成され、電極となる突起部の中心に導電体を設けるための孔が、支持部の表面に達するように設けられる。

## 【0019】

突起部の孔には例えばカーボンナノチューブ等の導電性部材が挿入され、また突起部の誘電体記録媒体側に対向する先端部にもその導電性部材が露出する。また、耐摩耗性の点からダイアモンドを用いても良い。ただし、ここでダイアモンドは不純物ドープによって導電性を付与されたものが望ましい。従って孔に設けられた導電性部材によって誘電体記録媒体に対向する電極は、支持部の上面にその電気的導通性が導かれ、リード線を支持部の上面に設けられる。

## 【0020】

一方、支持部の誘電体記録媒体に対向する面に、探針を空間或いは間隙を隔てて囲むように導電体膜が設けられる。この導電体膜は接地され、探針から誘電体記録媒体に印加される高周波電界が戻るためのリターン電極となる。この記録再生ヘッドは、支持部の一方の端部に探針が設けられているカンチレバー状であるので、探針のトレース能力が向上する。

## 【0021】

本発明の記録再生ヘッドの他の態様では当該記録再生ヘッドは、走査型非線形誘電体測定法に基づき、前記誘電体記録媒体に情報を記録し、再生する手段として用いられる。

## 【0022】

この態様によれば、特に再生には SNDMの技術を適用する。SNDM再生技術に関しては本願発明者の長康雄により、応用物理第67巻、第3号、p327(1998)に詳しく紹介されている。或いは本願出願人らにより出願された特許願2001-274346号、特許願2001-274347号等にも、詳述されている。即ち、誘電体上を探針が走査し、誘電体の分極状態を検出するものであって、その分極方向に対応した容量が検出され、記録されたデータに対応する。また、探針から誘電体、或いは誘電体に形成した下部電極から探針に電界を印加し分極を所定の方向とすることでデータの記録が行われる。極めて高密度の記録が可能となる。尚、探針は記録用、再生用の単独の用途に限らず、記録再生用として共用可能である。

## 【0023】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法は上記課題を解決するために、誘電体記録媒体の記録再生ヘッドの製造方法であって、基板に、前記誘電体記録媒体に電界を印加する第一の電極のための凸部を形成する工程と、前記凸部を支持する支持部位を残して、前記支持部位を囲うように前記基板を加工する工程と、前記凸部に導電体膜を形成する工程と、前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記凸部に形成された導電体膜と接続する第一の導電体層を形成する工程と、前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、前記第一の導電体層とは電気的に絶縁された第二の導電体層を形成する工程とを備える。

## 【0024】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法によれば、例えばSi基板にカンチレバー状の支持部と、その支持部の一方の端部に記録再生用の探針と、支持部の他方の一端を固定し、支持部の周囲を空間或いは間隙を隔てて囲うように形成されるリング状部位が設けられる。探針の表面は導電体膜が設けられ、また、その導電体膜と接続する第一の導電体層が基板の誘電体記録媒体に対向する面に設けられる。また、探針と第一の導電体層を空間或いは間隙を隔てて囲むように、探針が印加する電界が戻るためのリターン電極となる第二の導電体層が設けられる。Si基板の加工には汎用のエッティング技術、レーザ加工技術等が、また導電体膜の形成には汎用の薄膜形成技術等が利用可能である。

## 【0025】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法は上記課題を解決するために、誘電体記録媒体の記録再生ヘッドの製造方法であって、基板に、前記誘電体記録媒体に電界を印加する第一の電極のための凸部を形成する工程と、前記凸部を支持する支持部位を残して、前記支持部位を囲うように前記基板を加工する工程と、前記凸部の中心部に、貫通した孔を形成する工程と、前記孔に導電性部材を設ける工程と、前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面に、導電体層を形成する工程とを備える。

## 【0026】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法によれば、例えばSi基板にカンチレバー状の支持部と、その支持部の一方の端部に記録再生用の探針となる突起部と、支持部の他方の一端を固定し、支持部の周囲を空間或いは間隙を隔てて囲うように形成されるリング状部位が設けられる。また突起部はその中央部に先端から貫通した孔が設けられ、その孔に導電体が埋め込まれる。突起部の先端部に露出する導電体が誘電体記録媒体に電界を印加してデータを記録し、或いは再生する探針となる。突起部を空間或いは間隙を隔てて囲むように、誘電体記録媒体に対向するリング状部位に、探針が印加する電界が戻るためのリターン電極となる第二の導電体層が設けられる。Si基板の加工には汎用のエッチング技術、レーザ加工技術等が、また導電体膜の形成には汎用の薄膜形成技術等が利用可能である。

## 【0027】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法の一態様では、前記基板の前記誘電体記録媒体に対向する面とは反対の面に、前記導電性部材と接続される導電体層を設ける工程を備える。

## 【0028】

この態様によれば、突起部に設けられた探針の電気的接続をとるための導電体層が、基板の誘電体記録媒体に対向する面とは反対の面に設けられる。この導電体層によって、探針は基板の上面で電気的接続をとることが可能となる。

## 【0029】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法の他の態様では、当該記録再生ヘッドは前

記基板上に複数個作成され、夫々を分離して单一の記録再生ヘッドとする工程を備える。

【0030】

この態様によれば、一度の製造工程で複数の記録再生ヘッドを製造することが可能となる。

【0031】

本発明の記録再生ヘッドの製造方法の他の態様では、当該記録再生ヘッドは前記基板上に複数個作成され、所定の個数を一つのヘッドとして分離する工程を備える。

【0032】

この態様によれば、複数の探針を備えた記録再生ヘッドを製造することが可能となる。また、一度の製造工程でこの形態の記録再生ヘッドを複数個製造することが可能となる。

【0033】

本発明のこのような作用、及び他の利得は次に説明する実施の形態から明らかにされる。

【0034】

【発明の実施の形態】

(記録再生ヘッドの第一実施形態)

本発明に係わる記録再生ヘッドの実施形態について図1を参照して説明する。ここで、図1は本発明に係わる記録再生ヘッドの第一実施形態を示し、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA1-A1断面図である。尚、同図(a)は誘電体記録媒体側から見た図であり、同図(b)は下方が誘電体記録媒体側である。

【0035】

図1に示すように本実施形態に係わる記録再生ヘッド201の構成は、所定の幅と厚さを有し、一方向に長い基板41と、その基板41の長手方向の一方の端部に設けられた探針11と、探針11が設けられた基板41の面、即ち誘電体記録媒体に対向する面に設けられたリード線11aと、探針11とリード線11a

とを囲むようにして設けられた導電体、即ちリターン電極12で構成される。

#### 【0036】

探針11は、導電体膜で覆われていると共にリード線11aと接続され、リード線11aを通して、外部から記録用の信号が入力され、或いは再生の信号が外部に導き出される。

#### 【0037】

リターン電極12は、基板41の誘電体記録媒体に対向する面に探針11とリード線11aとを囲むようにして設けられる。このリターン電極12は接地され、探針11により記録のために誘電体記録媒体に印加される電界が戻るための電極となる。

#### 【0038】

基板41は、例えばSiであって、その形状はカンチレバー状であり、汎用のエッティング技術やレーザ加工技術でその形状は形成され、また、導電体膜は汎用の薄膜形成技術で形成される。また、カンチレバー形状であるため探針11の誘電体記録媒体に対するトレース能力は向上する。

#### 【0039】

##### (記録再生ヘッドの第二実施形態)

本発明に係わる記録再生ヘッドの実施形態について図2を参照して説明する。ここで、図2は本発明に係わる記録再生ヘッドの第二実施形態を示し、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA2-A2断面図である。

#### 【0040】

図2に示すように本実施形態に係わる記録再生ヘッド202の構成は、所定の幅と厚さを有し、一方向に長い基板41と、その基板41の長手方向の一方の端部に設けられた探針11と、探針11の先端部から背面に貫通する電極11bと、電極11bと電気的接続をとるための、基板41の誘電体記録媒体に対向する面とは反対の面に設けられたリード線11aと、探針11が設けられた基板41の面、即ち誘電体記録媒体に対向する面に設けられ、探針11を囲むようにして設けられた導電体、即ちリターン電極12で構成される。

## 【0041】

探針11の先端部には電極11bが露出する。電極11bはリード線11aと接続され、リード線11aを介して、外部から記録用の信号が入力され、或いは再生の信号が外部に導き出される。電極11bの材料は、例えばカーボンナノチューブ、或いは耐摩耗性の高いダイアモンド等が用いられる。

## 【0042】

リターン電極12は、基板41の誘電体記録媒体に対向する面に探針11を囲むようにして設けられる。このリターン電極12は接地され、探針11によりデータを記録するために誘電体記録媒体に印加される電界が戻るための電極となる。

## 【0043】

(記録再生ヘッドの第三実施形態)

本発明に係わる記録再生ヘッドの実施形態について図3を参照して説明する。ここで、図3は本発明に係わる記録再生ヘッドの第三実施形態を示し、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA3-A3断面図である。

## 【0044】

図3に示すように本実施形態に係わる記録再生ヘッド203の構成は、所定の幅と厚さを有する基板41に、一方向に長いカンチレバー5とを形成する部位と、カンチレバー5の周囲を囲う部位とを設けたものである。

## 【0045】

基板41は、探針11をその先端に設けるカンチレバー5と、探針11とカンチレバー5の周囲を囲むリング状部位とを有していて、カンチレバー5の一方の端部に探針11が設けられ、他方の端部は周囲を囲むリング状部位に固定される。誘電体記録媒体に対向する面に設けられた探針11と電気的接続がとられるリード線11aと、探針11とリード線11aとを囲むようにして導電体、即ちリターン電極12が設けられている。

## 【0046】

探針11は、導電体膜で覆われていると共にリード線11aと接続され、リード線11aを介して、外部から記録用の信号が入力され、或いは再生の信号が外

部に導き出される。

## 【0047】

リターン電極12は、基板41の誘電体記録媒体に対向する面に探針11とリード線11aとを囲むようにして設けられる。このリターン電極12は接地され、探針11によりデータを記録するために誘電体記録媒体に印加される電界が戻るための電極となる。

## 【0048】

基板41は、例えばSiであって、その形状はカンチレバー状であり、汎用のエッティング技術やレーザ加工技術でその形状は形成され、また、導電体膜は汎用の薄膜形成技術で形成される。また、カンチレバー形状であるため探針11の誘電体記録媒体に対するトレース能力は向上する。

## 【0049】

## (記録再生ヘッドの第四実施形態)

本発明に係わる記録再生ヘッドの実施形態について図4を参照して説明する。ここで、図4は本発明に係わる記録再生ヘッドの第四実施形態を示し、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA4-A4断面図である。

## 【0050】

図4に示すように本実施形態に係わる記録再生ヘッド204の構成は、所定の幅と厚さを有する基板41に、一方向に長いカンチレバー5とを形成する部位と、カンチレバー5の周囲を囲う部位とを設けたものである。

## 【0051】

基板41は、探針11をその先端に設けるカンチレバー5と、探針11とカンチレバー5の周囲を囲むリング状部位とを有していて、カンチレバー5の一方の端部に探針11が設けられ、他方の端部は周囲を囲むリング状部位に固定される。

## 【0052】

探針11の中心部に探針11の先端部から基板41の背面に貫通する孔が設けられ、その孔に導電体材料、例えばカーボンナノチューブ、或いは耐摩耗性の高いダイアモンド等からなる電極11bを形成する。電極11bから誘電体記録媒

体にデータを記録するための電界が印加される。また、誘電体記録媒体に対向する面とは反対の面に電極11bに接続するリード線を設けても良い。

#### 【0053】

リターン電極12は、基板41の誘電体記録媒体に対向する面に探針11を囲むようにして設けられる。このリターン電極12は接地され、探針11の電極11bによりデータを記録するために誘電体記録媒体に印加される電界が戻るための電極となる。

#### 【0054】

基板41は、例えばSiであって、その形状はカンチレバー状であり、汎用のエッティング技術やレーザ加工技術でその形状は形成され、また、導電体膜は汎用の薄膜形成技術で形成される。また、カンチレバー形状であるため探針11の誘電体記録媒体に対するトレース能力は向上する。

#### 【0055】

(記録再生ヘッドの製造方法の第一実施形態)

本発明に係わる記録再生ヘッドの製造方法の第一実施形態について図5を参照して説明する。本実施形態は例えば記録再生ヘッド203を製造することに対応した方法であり、記録再生ヘッド201についても適用可能である。

#### 【0056】

図5(a)は基板41に探針11を形成する工程であって、例えばSi基板上に突起部を堆積し、或いは突起部を残して周囲をエッティングすることで形成される。

#### 【0057】

図5(b)は図5(a)に続く工程であって、更に基板41を、突起部を支えるカンチレバー5を形成するようにその周囲を除去する工程である。基板41は、カンチレバー5が保持する突起部の反対側の端部が固定されるリング状の形状をなす。基板41に固定されたカンチレバー5はこの固定点を支点として上下に移動する。

#### 【0058】

図5(c)は図5(b)に続く工程であって、突起部に導電体膜を形成して探

針11とし、また、探針11とカンチレバー5の周囲に導電体膜を形成する工程である。この導電体膜はリターン電極12となり、探針11から誘電体記録媒体に印加する電界が戻るための電極となる。

#### 【0059】

以上説明した製造方法により、例えば、第一実施形態、或いは第三実施形態で示した記録再生装置201、203が作成される。

#### 【0060】

(記録再生ヘッドの製造方法の第二実施形態)

本発明に係わる記録再生ヘッドの製造方法の第二実施形態について図6及び図7を参照して説明する。本実施形態は例えば記録再生ヘッド204を製造することに対応した方法であり、記録再生ヘッド202についても適用可能である。

#### 【0061】

図6(a)は基板41に探針11を形成する工程であって、例えばSi基板上に突起部を堆積し、或いは突起部を残して周囲をエッチングすることで形成される。

#### 【0062】

図6(b)は図6(a)に続く工程であって、更に基板41を、突起部を支えるカンチレバー5を形成するようにその周囲を除去する工程である。基板41は、カンチレバー5が保持する突起部の反対側の端部が固定されるリング状の形状をなす。基板41に固定されたカンチレバー5はこの固定点を支点として上下に移動する。

#### 【0063】

図6(c)は図6(b)に続く工程であって、突起部の先端から基板41の背面に向かって微小な穴42を貫通させる工程であり、例えばエッチングやレーザ加工手段等が用いられる。

#### 【0064】

図7(d)は図6(c)に続く工程であって、上述したように設けられた穴42に電極11bを形成する工程であって、突起部の先端から基板41の背面に通る、例えばカーボンナノチューブ等からなる導電体が埋め込まれる。

## 【0065】

図7（e）は図7（d）に続く工程であって、基板41の誘電体記録媒体に向する面に、探針11の周囲に導電体膜を形成する工程である。この導電体膜はリターン電極12となり、探針11から誘電体記録媒体に印加する電界が戻るための電極となる。

## 【0066】

図7（f）は図7（e）に続く工程であって、基板41の誘電体記録媒体に向する面とは反対の面にリード線11aを形成する工程であって、リード線11aは基板41の背面で電極11bと接続し、電極11bに記録データに対応した電圧を供給する。誘電体記録媒体は電極11bから印加される電界によって分極方向が決定され、データが記録される。また、データの再生においては、その再生信号はリード線11aを介して取り出される。

## 【0067】

以上説明した製造方法により、例えば、第二実施形態、或いは第四実施形態で示した記録再生装置202、204が作成される。

## 【0068】

（記録再生ヘッドの製造方法の第三実施形態）

本発明に係わる記録再生ヘッドの製造方法の第三実施形態について図8を参照して説明する。本実施形態は複数の記録再生ヘッド203及び204を一度に製造することに対応した方法である。

## 【0069】

基板41に、第一実施形態及び第二実施形態で説明した記録再生ヘッド202、203を多数作成する。その後、図に示す破線に従って分離することで単体としての記録再生ヘッドが形成される。また、任意の複数個の単位で分離することで複数の探針を備える記録再生ヘッドが容易に形成される。

## 【0070】

（本発明の記録再生ヘッドが適用される誘電体記録媒体）

本発明の記録再生ヘッドによりデータの記録再生が行われる誘電体記録媒体の例について図9を参照して説明する。図9（a）に示すように誘電体記録媒体1

はディスク形態の誘電体記録媒体であって、センターホール4と、センターホール4と同心円状に内側から内周エリア101、記録エリア102、外周エリア103を備えている。

#### 【0071】

内周エリア101、記録エリア102、外周エリア103は一様な誘電体材料で形成されていて、その分極方向は記録エリア102が上方向、即ち+面であるとすると内周エリア101及び外周エリア103は下方向、即ち-面であるとする。これらの方向は逆であっても良い。

#### 【0072】

記録エリア102はデータを記録する領域であって、トラックやトラック間のスペースを有し、また、トラックやスペースには記録再生にかかる制御情報を記録するエリアが設けられている。また、内周エリア101及び外周エリア103は誘電体記録媒体1の内周位置及び外周位置を認識するために用いられる。

#### 【0073】

また、図9（b）に示すように誘電体記録媒体1は、基板15の上に電極16が、また、電極16の上に誘電体材料17が積層されて形成されている。内周エリア101、記録エリア102、外周エリア103は夫々、矢印で示す方向に分極されている。

#### 【0074】

基板15は例えばSiであり、その強固さと化学的安定性、加工性等において好適な材料である。電極16は記録再生ヘッドの探針11との間で電界を発生させるためのもので、誘電体材料17に誘電体材料17の抗電界以上の電界を印加することで分極方向を決定する。データに対応して分極方向を定めることで記録が行われる。

#### 【0075】

誘電体材料17は、例えば強誘電体であるLiTaO<sub>3</sub>を用い、分極の+面と一面が180度のドメインの関係であるLiTaO<sub>3</sub>のZ面に対して記録が行われる。他の誘電体材料を用いても良いことは当然である。

#### 【0076】

上述した誘電体記録媒体1に対する記録再生の原理について図10を参照して説明する。誘電体記録媒体20は基板15の上に電極16が、また電極16の上に誘電体材料17が設けられていて、誘電体材料17は分極Pの方向によって記録データと対応付けられる。

## 【0077】

探針11と電極16の間に誘電体材料17の抗電界以上の電界が印加され、印加電界の方向に対応した方向を有して誘電体材料17は分極する。その分極方向がデータに対応する。リターン電極12は、SNDM法によって分極状態に対応した信号を再生するために、探針11から誘電体材料17に印加した電界が戻る電極であって、探針11を取り巻くように設けられている。尚、リターン電極12は探針11からの電界が抵抗なく戻る形状、配置であれば何れの形態でも良い。

## 【0078】

ここでは回転するディスク状の記録媒体について説明したが、もちろん矩形の誘電体記録媒体をX-Y方向に駆動する方式でも良いことは言うまでもない。  
(本発明の記録再生ヘッドを用いた誘電体記録再生装置)

本発明に係わる記録再生ヘッドを用いた誘電体記録再生装置の例について、図11を参照して説明する。

## 【0079】

誘電体記録再生装置10は、その先端部が誘電体記録媒体20の誘電体材料17に対して電界を印加する探針11と、探針11から印加された電界が戻るリターン電極12と、探針11とリターン電極12の間に設けられるインダクタLと、インダクタLと探針11の直下の誘電体材料に形成される、記録情報に対応して分極した部位の容量（例えば図10に示す容量C<sub>s</sub>）とで決まる共振周波数で発振する発振器13と、記録時の入力信号を切り替えるスイッチ30と、記録すべきデータを変換して記録用信号を発生する記録信号入力部31と、同期検波時に参照される交流信号発生装置32と、探針11の直下の誘電体材料が有する容量で変調されるFM変調信号を復調するFM復調器33と、復調された信号からデータを検出する検波器34と、復調された信号からトラッキングエラー信号

を検出するトラッキングエラー検出部35とを備えて構成される。

#### 【0080】

探針11は、導電性の部材、或いは絶縁性部材に導電性膜を被覆したものであり、誘電体材料17に対向する先端部は所定の半径を有する球状である。この半径は誘電体材料17に記録データに対応して形成される分極の半径を決める大きな要素であり、10nmオーダーの極めて小さいものである。この探針11に電圧を印加して誘電体材料17に所定方向に分極した領域を形成してデータを記録し、一方、分極に対応した容量に基づいて記録されているデータをピックアップする。

#### 【0081】

リターン電極12は、探針11から誘電体材料17に印加した発信器13による高周波電界が戻る電極であって、探針11を取り巻くように設けられている。例えば、リターン電極12は図3又は図4に示す符号12がこれに相当する。

#### 【0082】

インダクタLは、探針11とリターン電極12との間に設けられていて、例えばマイクロストリップラインで形成される。インダクタLと容量Csとで共振回路が構成される。この共振周波数 $f = 1 / 2\pi\sqrt{LCs}$ は例えば1GHz程度になるようにインダクタLのインダクタンスが決定される。ここで、発振周波数fに対して影響を与えるのは容量Csの他にいわゆる浮遊容量Coが影響を与えることは言うまでもない。ただし、本発明においては記録再生ヘッドとしての構成を浮遊容量をも考慮してコンパクトに配置する構成としているために、 SNDMによる信号再生時にはCoは事実上定数と見なすことができる。信号再生においてfを変化させるのはCsの容量変化 $\Delta Cs$ であるため、ここでは簡略的に共振周波数をCsとLの関数として表現したが、実際にはCsはCoを含んでおり、ここでのCsはCs+Coの意味合いを有するものである。

#### 【0083】

発振器13は、インダクタLと容量Csとで決定される周波数で発振する発振器である。その発振周波数は容量Csの変化に対応して変化するものであり、従って記録されているデータに対応した分極領域によって決定される容量Csの変

化に対応してFM変調が行われる。このFM変調を復調することで記録されているデータを読み取ることができる。

#### 【0084】

探針11は誘電体材料17に接触、若しくは微小の空間を有して対向していて、探針11の先端部の半径に対応して誘電体材料17には分極領域が構成される。この探針11に電圧が印加された場合、電界は誘電体材料17を経てリターン電極12に戻る。このとき探針11の先端部の誘電体材料17に分極Pに対応した容量C<sub>s</sub>がインダクタンスLとの共振回路に加わることで、発振周波数が容量C<sub>s</sub>に依存することになり、この容量C<sub>s</sub>に基づいてFM変調された発振信号を復調することで図10に示す検出電圧が出力され、記録されているデータが再生される。一方、データを記録する場合は、データに対応した電圧を電極11に印加することで誘電体材料17の分極方向を決定することで行われる。ここで電圧は誘電体材料の抗電界以上の電界を生じる電圧であることはいうまでもない。

#### 【0085】

尚、探針11を複数本としても良い。複数の探針を用いる場合、電極16を接地し、夫々の探針に対して記録データや、再生時の同期検波用の交流信号を印加する。この信号が発振器13に漏れ込むことを防止するために、発振器13と交流信号発生源との間にローカットフィルタを挿入する必要がある。

#### 【0086】

スイッチ30は、記録又は再生時の入力信号を切り替えるためのものであり、再生時は検波するときに参照される交流信号のみを入力されるようにし、記録時はデータに関する信号と交流信号が入力されるように選択される。

#### 【0087】

記録信号入力部31は、記録すべきデータを記録フォーマットで変換し、また、付随する制御情報を付加し記録信号を生成する。エラー訂正に関する処理や、データ圧縮等の処理を含まる。

#### 【0088】

交流信号発生装置32は、記録再生時の同期検波用の交流信号を発生する。探針11が複数の場合は、夫々に個別に異なる周波数の交流信号を与える。

## 【0089】

記録時には記録信号入力部31からの記録信号が交流信号発生装置32の交流信号に重畠されて電極16に供給され、探針11と電極16の間の電界によって誘電体材料17の探針11直下の領域の分極が決定され、その分極方向が固定されて記録データとなる。このとき発振器13はインダクタLと容量C<sub>s</sub>で決定される共振周波数で発振し、容量C<sub>s</sub>によってその周波数が変調される。

## 【0090】

FM復調器33は、容量C<sub>s</sub>によって変調された発振器13の発振周波数を復調し、探針11がトレースした部位の分極された状態に対応した波形を復元する。

## 【0091】

検波器34は、FM復調器33で復調された信号から、交流信号発生装置32からの交流信号を参照信号として同期検波を行い、記録されたデータを再生する。また、記録時においては記録しながら記録状態を監視することが可能である。

## 【0092】

トラッキングエラー検出部35は、FM復調器33で復調された信号から、装置を制御するためのトラッキングエラー信号を検出する。検出したトラッキングエラー信号がトラッキング機構に入力されて制御がなされる。

## 【0093】

尚、記録信号及び交流信号は探針11側から入力することも可能であるが、発振器13に対する信号の漏れ込みを防ぐために、フィルタを設ける必要がある。このときは電極16が接地される。また、探針11が複数本であることにはこの形態をとる必要がある。

## 【0094】

本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う記録再生ヘッド及びその製造方法もまた本発明の技術思想に含まれるものである。

## 【0095】

**【発明の効果】**

以上、説明したように本発明の記録再生ヘッドによれば、リターン電極が設けられている側のカンチレバー上に形成されているため、回路の配線を短くすることが可能となり、浮遊容量の少ないリターン電極が形成される。

**【0096】**

また、従来のリング状リターン電極と比較して、極めて小型の電極が形成でき、SNDMの技術を再生方法とした超小型の記録再生システムが実現する。

**【0097】**

更に、探針が複数の場合でも記録再生ヘッドとして小型に形成することができ、夫々のリターン電極は導体で接続されているため、ノイズの影響が少ない安定な記録再生システムが形成される。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明に係わる記録再生ヘッドの第一実施形態であって、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA3-A3断面図である。

**【図2】**

本発明に係わる記録再生ヘッドの第二実施形態であって、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA3-A3断面図である。

**【図3】**

本発明に係わる記録再生ヘッドの第三実施形態であって、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA3-A3断面図である。

**【図4】**

本発明に係わる記録再生ヘッドの第四実施形態であって、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は(a)のA4-A4断面図である。

**【図5】**

図3に示す記録再生ヘッドの製造方法について示す図であって、同図(a)は探針を形成する工程であり、同図(b)はカンチレバーを形成する工程であり、同図(c)は電極を形成する工程である。

**【図6】**

図4に示す記録再生ヘッドの製造方法について示す図であって、同図(a)は探針を形成する工程であり、同図(b)はカンチレバーを形成する工程であり、同図(c)は探針に孔をあける工程である。

#### 【図7】

図5に示す工程に続く工程を示す図であって、同図(d)は探針の孔に電極を形成する工程であり、同図(e)はリターン電極を形成する工程であり、同図(f)は探針側リードを形成する工程である。

#### 【図8】

複数の記録再生ヘッドの製造について示す図である。

#### 【図9】

誘電体記録媒体の例を示す図であって、同図(a)はその平面図であり、同図(b)は同図(a)に於けるA5-A5の断面図である。

#### 【図10】

誘電体に対する情報の記録再生について説明するための図である。

#### 【図11】

本発明に係わる記録再生ヘッドを適用した誘電体記録再生装置の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

- 1 . . . 誘電体記録媒体
- 201、202、203、204 . . . 記録再生ヘッド
- 101 . . . 内周エリア
- 102 . . . 記録エリア
- 103 . . . 外周エリア
- 4 . . . センターホール
- 5 . . . カンチレバー
- 6 . . . ヘッドユニット
- 10 . . . 記録再生装置
- 11 . . . 探針
- 11a . . . リード線

1 1 b . . . 電極

1 2 . . . リターン電極

1 3 . . . 発振器

1 5 、 4 1 . . . 基板

1 6 . . . 電極

1 7 . . . 誘電体材料

1 8 . . . 基材

2 0 . . . 誘電体記録媒体

3 0 . . . スイッチ

3 1 . . . 記録信号入力部

3 2 . . . 交流信号発生装置

3 3 . . . FM復調器

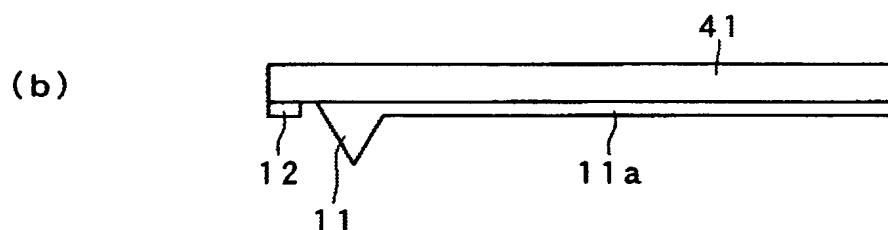
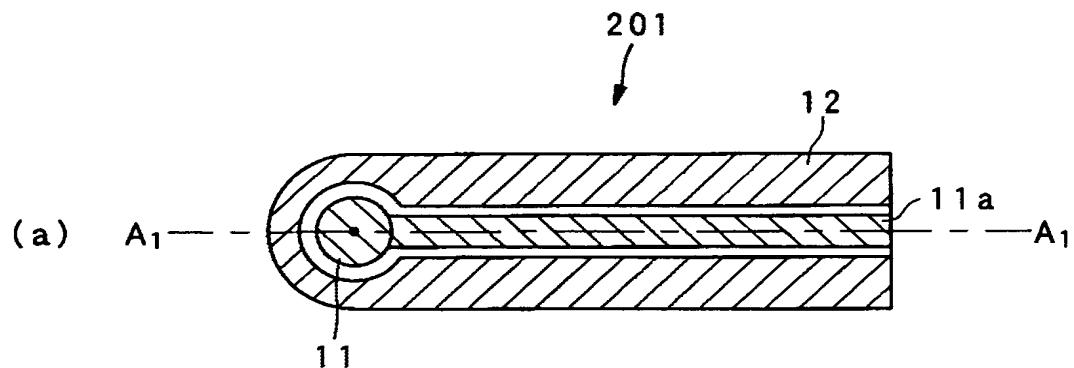
3 4 . . . 検波器

3 5 . . . トラッキングエラー検出部

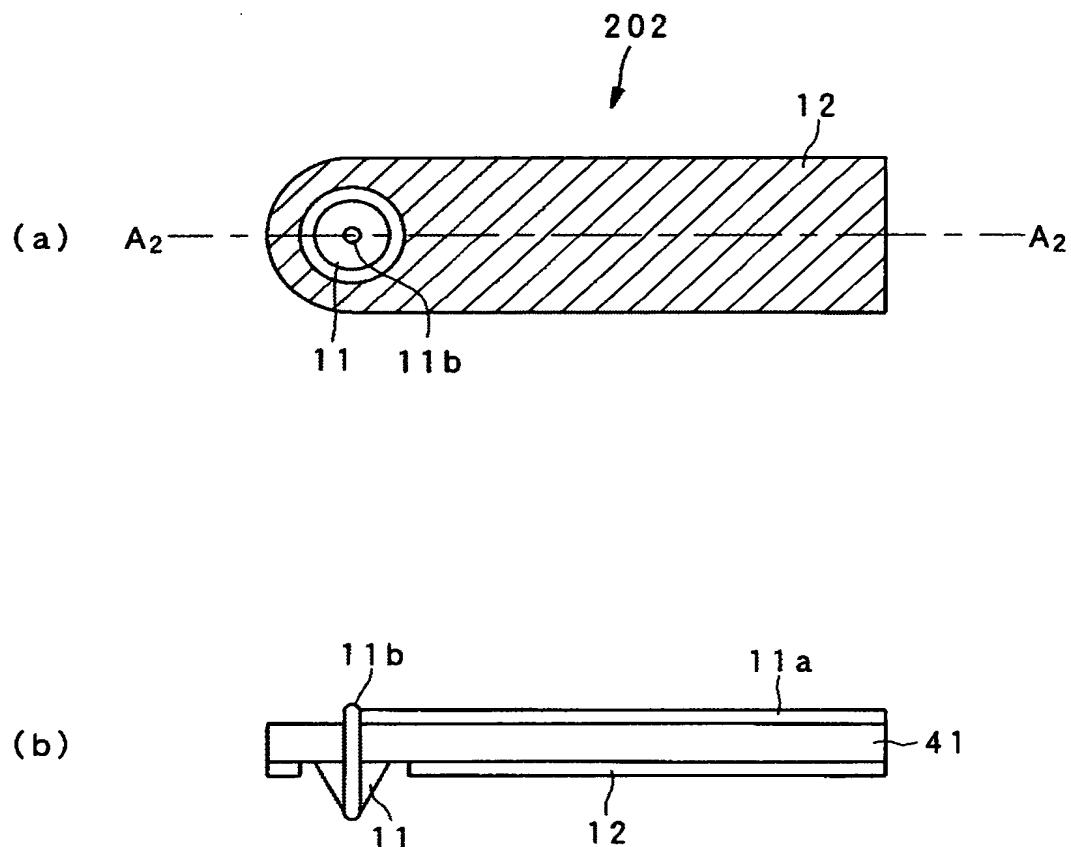
4 2 . . . 孔

【書類名】 図面

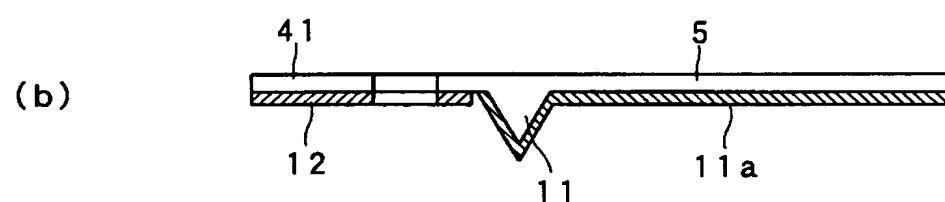
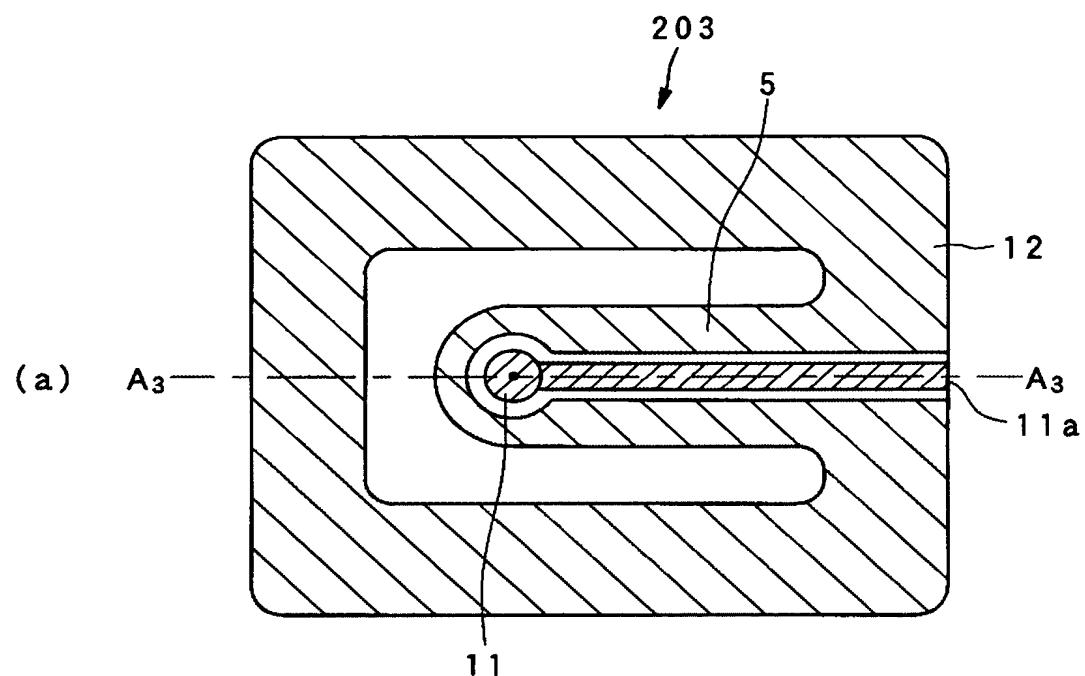
【図1】



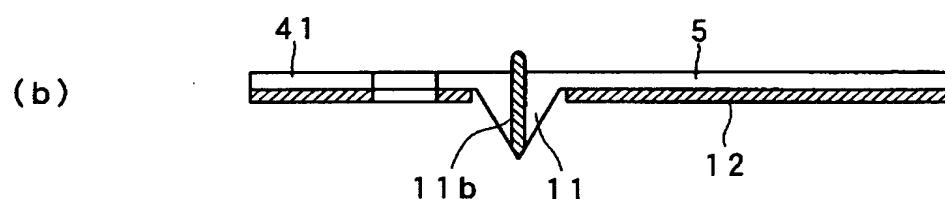
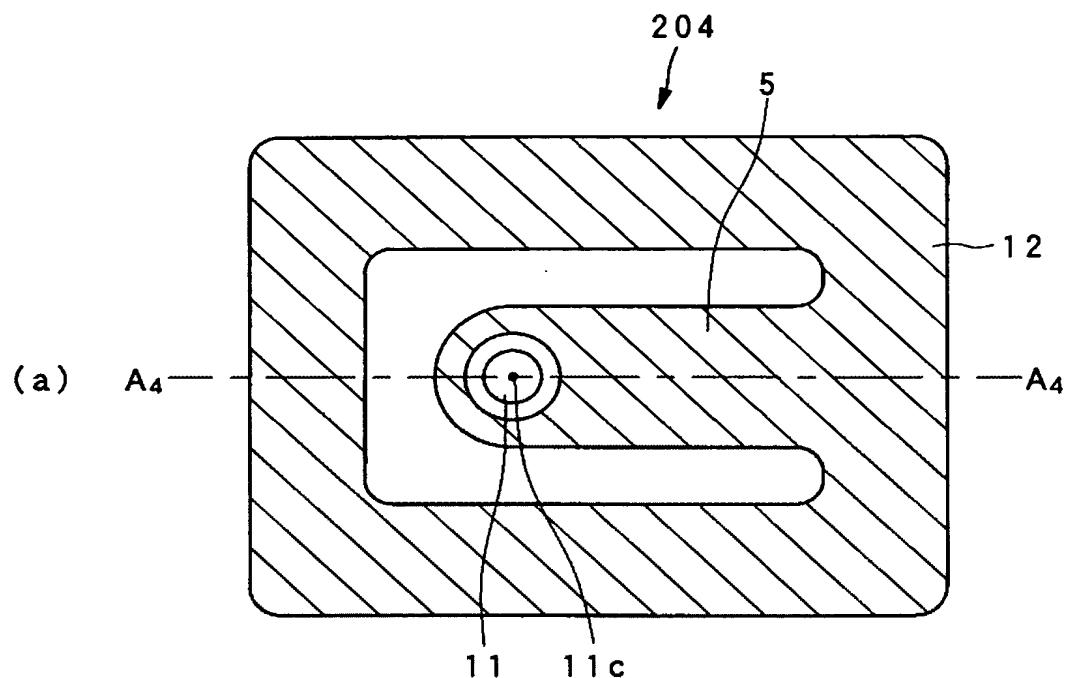
【図2】



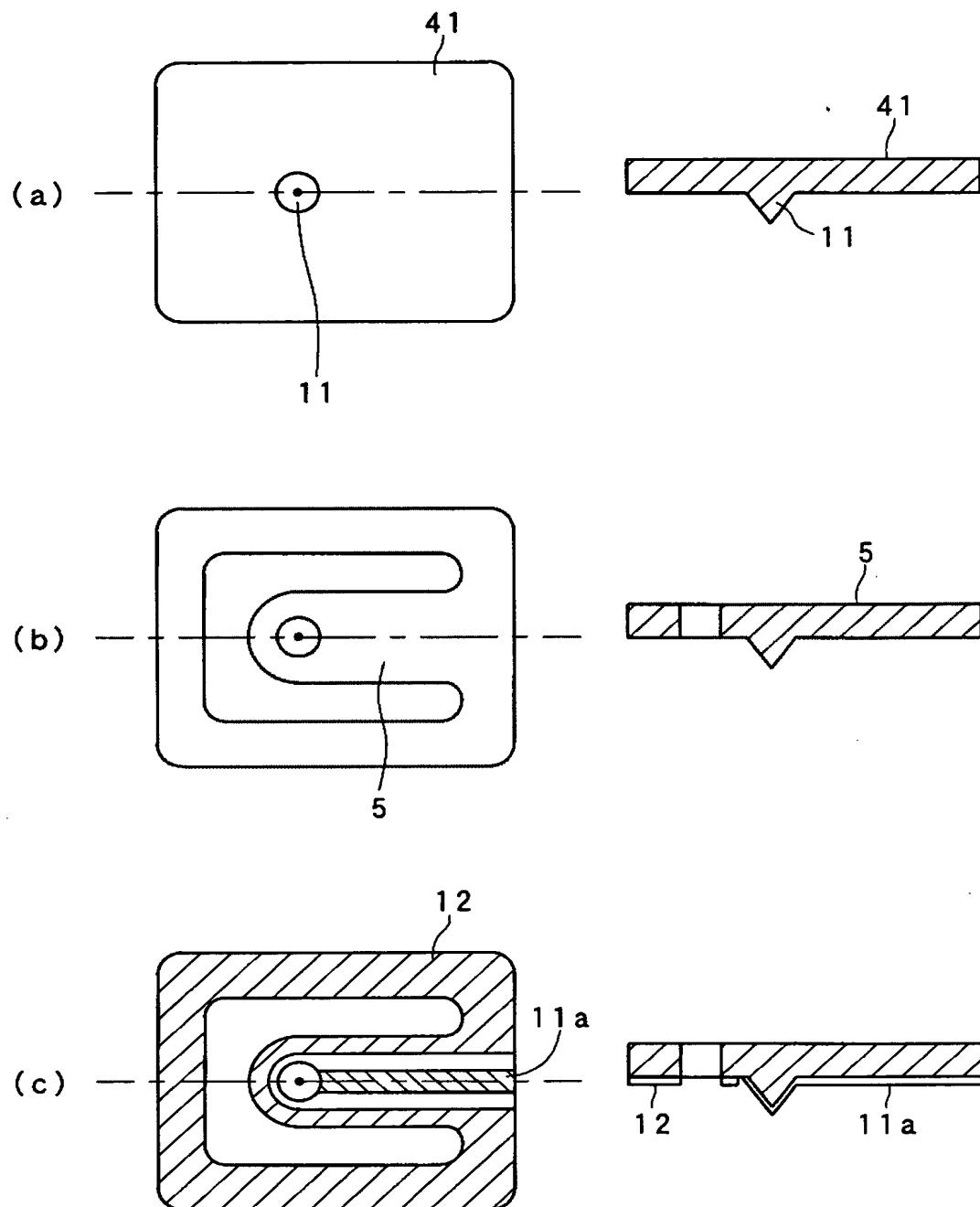
【図3】



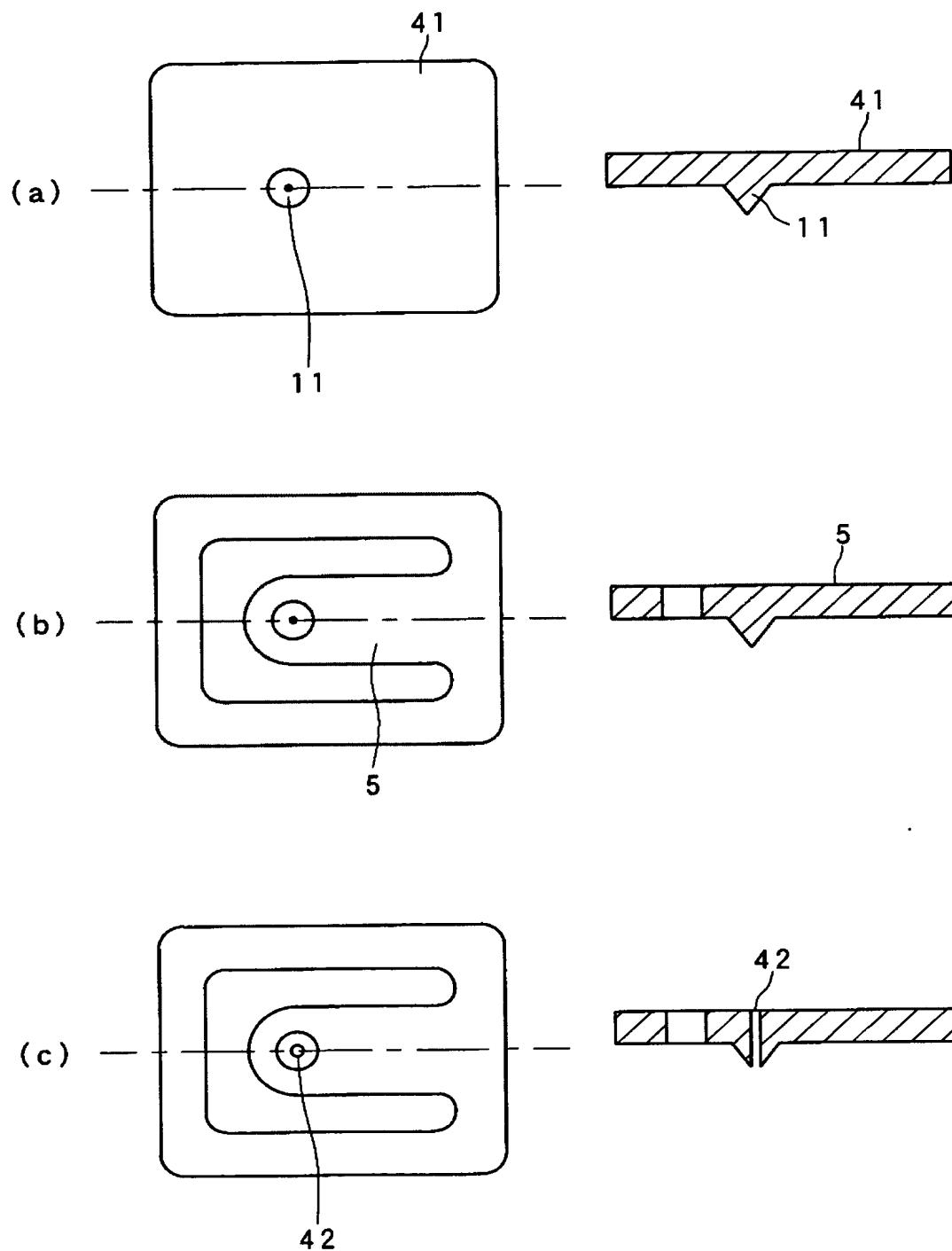
【図4】



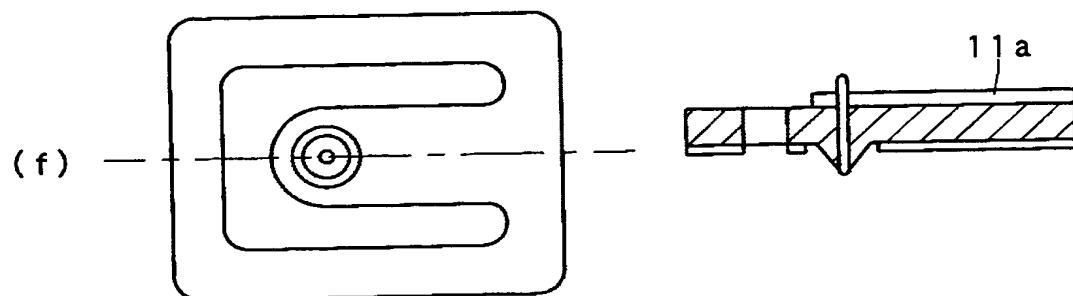
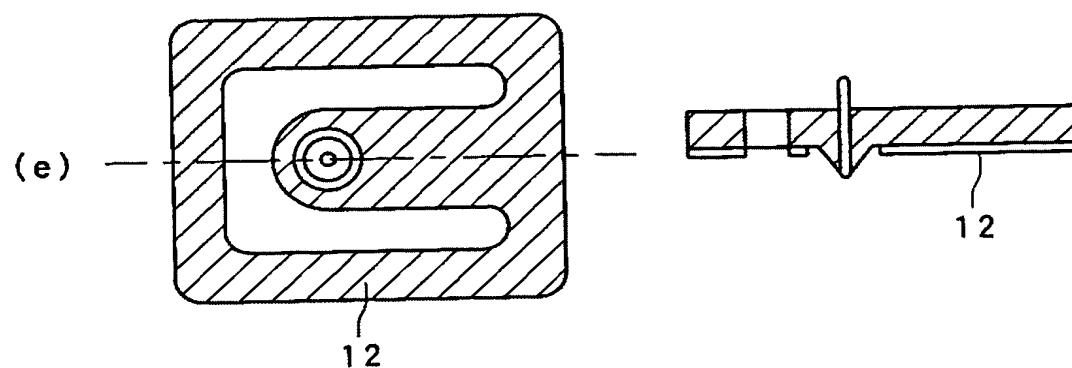
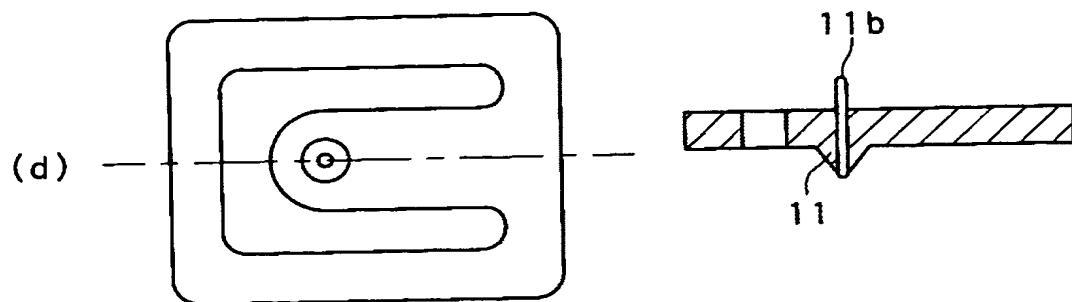
【図5】



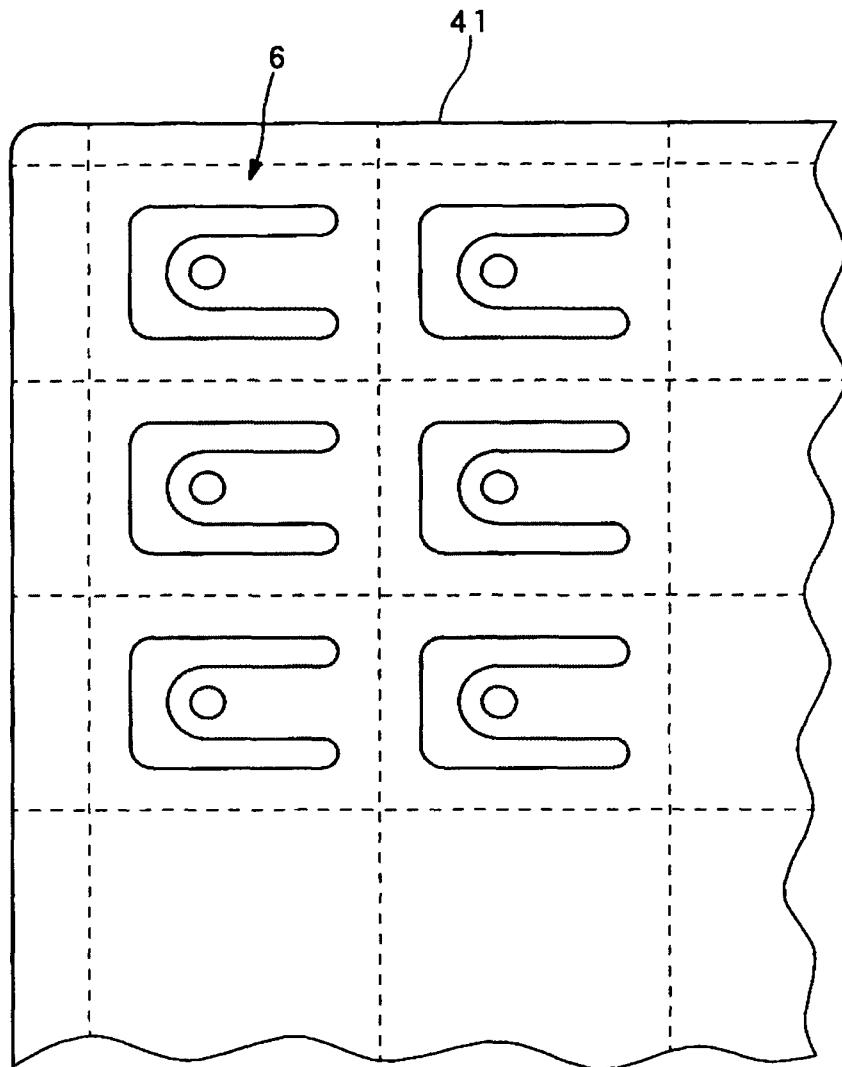
【図6】



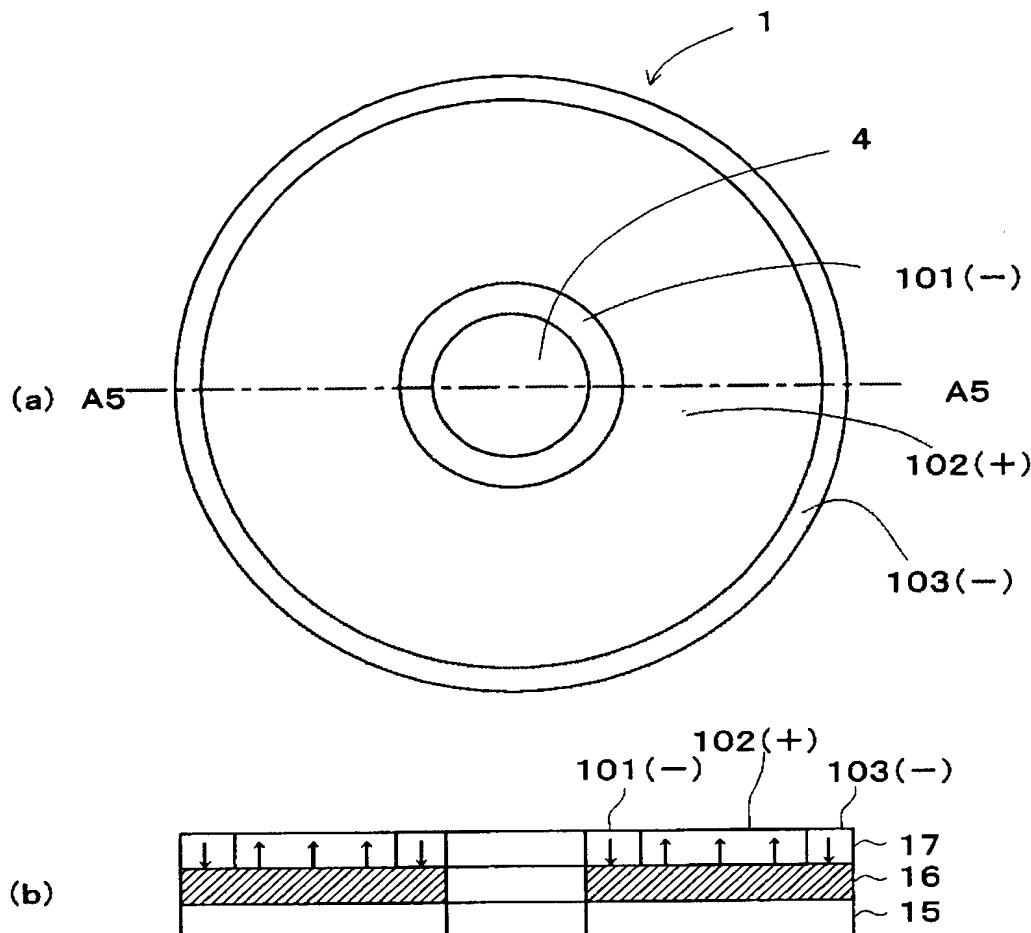
【図7】



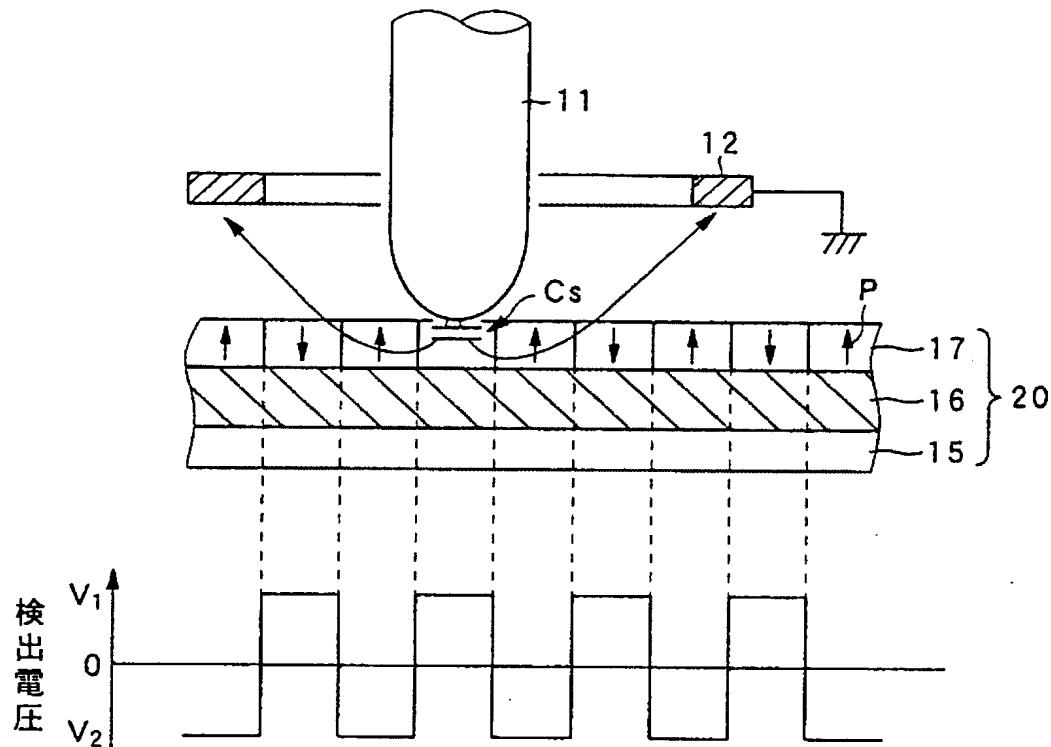
【図8】



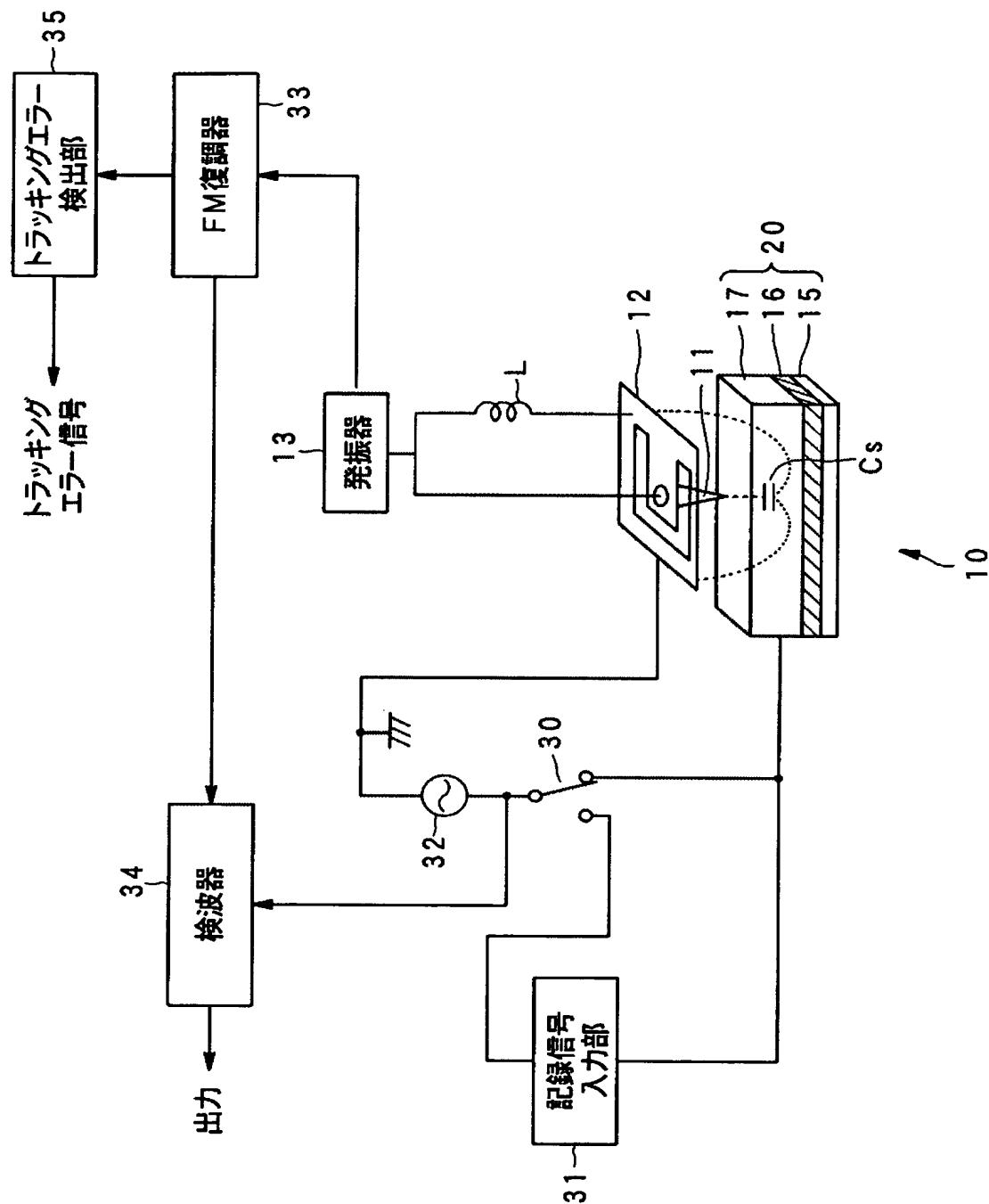
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 誘電体記録媒体にデータを記録し再生する記録再生ヘッドであつて、シンプルな構造で、製造が容易であり、量産に適した記録再生ヘッド及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 記録再生ヘッド201の構成は、所定の幅と厚さを有し、一方向に長い基板41と、その基板41の長手方向の一方の端部に設けられた探針11と、探針11が設けられた基板41の面、即ち誘電体記録媒体に対向する面に設けられたリード線11aと、探針11とリード線11aとを囲むようにして設けられた導電体、即ちリターン電極12で構成される。探針11は、導電体膜で覆われていると共にリード線11aと接続され、リード線11aを介して、外部から記録用の信号が入力され、或いは再生の信号が外部に導き出される。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
氏 名 パイオニア株式会社

出願人履歴情報

識別番号 [501077767]

1. 変更年月日 2001年 2月26日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-4-5-304  
氏 名 長 康雄